

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03150409 A**(43) Date of publication of application: **26.06.91**

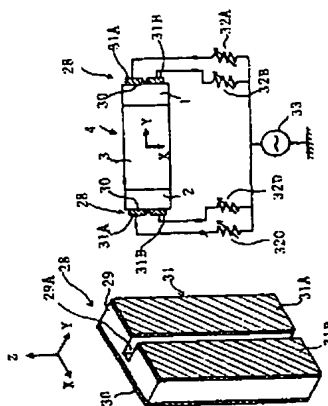
(51) Int. Cl

**G01C 19/56**(21) Application number: **01288714**(71) Applicant: **AKAI ELECTRIC CO LTD**(22) Date of filing: **08.11.89**(72) Inventor: **TERAJIMA KOKICHI****(54) VIBRATION GYRO****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To prevent the position precision between vibrators from deteriorating and to prevent the lateral vibration of an arm member from expanding by joining a single vibrator for driving with each arm member.

**CONSTITUTION:** Vibrators 28 for driving which can be joined with arm members 1 and 2 of the gyro are provided with electrodes 30 and 31 over the entire surfaces of piezoelectric materials which cross a Y axis at right angles, and one electrode 31 is cut in a Z-axis direction at the width-directional center part into two divided electrodes 31A and 31B which are separated in an X-axis direction. Those vibrators 28 for driving are joined with the arm members 1 and 2, the electrode 30 is grounded, and the divided electrodes 31A and 31B are connected to an oscillator 33 through variable resistors 32A and 32B, and 32C and 32D for use.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&amp;Japio



## JAPANESE UNEXAMINED PATENT PUBLICATION

(11) Publication number: 3-150409

(43) Date of publication of application:  
26.06.1991-----  
(51) Int.Cl.G01C 19/56  
-----(21) Application number: (71) Applicant:  
1-288714 AKAI DENKI K.K.(22) Date of filing: (72) Inventor:  
08.11.1989 KOKICHI TERASHIMA  
-----

(54) [TITLE OF THE INVENTION] VIBRATION GYROSCOPE

Page 56, from lower left column line 6 to lower right  
column line 5  
-----

Figure 3 is a perspective view of another embodiment of a driving vibrator in which electrodes 30 and 31 are attached to a single piezoelectric material 29, similarly to the above-described case, wherein the electrode 31 is divided into three divisional electrodes 31A, 31B, and 31C, each being equally divided in the X-axis direction as shown in this figure.

Such a driving vibrator 28 can be applied as shown in Fig. 4, here, driving vibrators 28 are connected to arm members 1 and 2, the undivided electrodes 30 are grounded similarly to the case of Fig. 2, the divided electrodes 31A and 31B are connected via variable resistors 32A, 32B, 32C, and 32D to the oscillator 33, the voltages supplied to the divided electrodes 31A and 31B are regulated, by the variable resistors 32A, 32B, 32C, and 32D, so as to cause the offset output of the detection means 5 and 16 to be minimal, and further, the divided electrodes 31C are connected to the oscillator 33, and thereby, the vibration of the arm

(3)

members 1 and 2 in the Y-axis direction is extracted as a voltage and fed back to the oscillator 33, so that the control of the vibration amplitude, and the like, is made possible.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-150409

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)6月26日

G 01 C 19/56

7414-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 振動ジャイロ

⑯ 特 願 平1-288714

⑰ 出 願 平1(1989)11月8日

⑱ 発 明 者 寺 嶋 厚 吉 東京都大田区東枇杷谷2丁目12番14号 赤井電機株式会社内  
 ⑲ 出 願 人 赤井電機株式会社 東京都大田区東枇杷谷2丁目12番14号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 小川 順三 外1名

明 系田 振

## 1. 発明の名称

振動ジャイロ

## 2. 特許請求の範囲

1. 三次元座標系のZ軸方向へ相互に平行に延在してY軸方向に間隔をおいて位置する二本の腕部材と、これらの腕部材を、それらの各一端部にて相互連結するベース部と、各腕部材の、Y軸と直交する面に設けた駆動用振動子と、各腕部材に生じ、X軸方向に作用するコリオリの力を検知する検知手段とを具える振動ジャイロであって、

前記各駆動用振動子を、単一の圧電材料の、Y軸と直交するそれぞれの面に電極を設けるとともに、それらの電極の少なくとも一方をX軸方向に分割することによって構成し、それらの分割電極への印加電圧を調整自在としてなる振動ジャイロ。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、角速度を検出する目的の下で、コリオリの力を検知する振動ジャイロ、とくにはオフセット出力の効果的な低減をもたらす駆動用振動子に関するものである。

(従来の技術)

従来既知の振動ジャイロとしては、例えば、第8図に示すものがある。

これは、三次元座標系のZ軸方向へ相互に平行に延在してY軸方向に所定の間隔をおいて位置する二本の腕部材41、42の下端部を、ベース部43にて一体的に連結してなる振動構体44を、支持部材45を介して基台46に固定し、その振動構体44のベース部43に、X軸方向へ突出する検知手段47を設けるとともに、それぞれの腕部材41、42の、Y軸と直交する一方の面、図では外側面に、駆動用振動子48、49をそれぞれ設けることによって構成されている。

かかる振動ジャイロでは、たとえば、駆動用振

動子48, 49に交流電圧を印加して、腕部材41, 42を圧電的方法、電磁的方法などによってY軸方向へ対称振動させつつ、振動構体44をZ軸の周りに角速度 $\omega$ で回動させると、ある瞬間に速度Vで運動しているそれぞれの腕部材41, 42に、X軸方向の、相互に逆向きのコリオリの力Fcが発生する。

ここで、腕部材41, 42の速度Vは交替的に変化するので、コリオリの力Fcは、両腕部材41, 42の振動数で変調された形で生じ、振動構体44は基台46に対してZ軸の周りにねじれ振動することになり、そのねじれ角は、コリオリの力Fc、ひいては角速度 $\omega$ に比例する。

そこでこの従来装置では、そのねじれ振動の大きさを、X軸方向へ突出する検知手段47により、圧電的方法、電磁的方法などをもって検知することとしており、例えば、バイモルフ素子その他を用いた圧電的方法では、ねじれ振動を検知手段47の撓み振動に変換し、撓み量に応じてバイモルフ素子が発生する電荷を電圧として抽出して検知することとしている。

3

軸と直交する方向に向く一方の面、これもまた図では外側面に、駆動用振動子8, 9を設けたものであり、ここにおける検知手段、すなわち支持部材5は、Z軸方向へ分極処理した圧電材料10の、Y軸もしくはX軸と直交するそれぞれの対抗面、この例ではY軸と直交する対抗面に電極を設け、それらの各電極を、X軸方向に二分割した二個づつの分割電極12, 13および14, 15(図示せず)としたものである。

また、第10図に示す振動ジャイロは、ベース部3からZ軸方向下方へ突出させた支持部材6の下端部を基台7に固定し、その支持部材6の、Y軸もしくはX軸と直交するいずれか一方の面、これもまた図示例ではY軸と直交する一方の面に、X軸方向へ偏せて検知手段16を設けた点において、第9図に示す振動ジャイロとは構成を幾分異にするものである。

なお、この例の検知手段16は、Z軸方向へ分極処理した圧電材料17の、Y軸と直交するそれぞれの対抗面に電極18, 19を形成したものである。

5

ところが、かかる従来技術にあっては、それぞれの腕部材41, 42の質量のアンバランス、長さのアンバランスなどにより、腕部材41, 42の振動が、ベース部43の、Y軸方向への不要な振動を引き起こすことに起因して、検知手段47が、その不要な振動によって発生される信号を出力することになるため、角速度 $\omega$ が零であるにもかかわらず、コリオリの力を検知しているかの如き状態、すなわち、オフセットが発生し、S/N比、ひいては検出感度の低下をもたらすという問題があった。

これがため、出願人は先に、オフセットの発生が少ない振動ジャイロとして、第9図および第10図に斜視図で示すような振動ジャイロを提案した。

第9図に示すものは、従来技術で述べたと同様に、延在する二本の腕部材1, 2を、ベース部3により、それらの下端部にて相互連結して振動構体4を構成し、この振動構体4のベース部3に、検知手段を兼ねる支持部材5をZ軸方向下方へ突出させて設けるとともに、支持部材5の下端部を基台7に固定し、それぞれの腕部材1, 2の、Y

4

これらの振動ジャイロにあっては、駆動用振動子8, 9に交流電圧を印加して、それぞれの腕部材1, 2をY軸方向へ対称振動させつつ、振動ジャイロをZ軸の周りに回動させると、従来技術で述べたと同様、それぞれの腕部材1, 2に、X軸方向の、相互に逆向きのコリオリの力Fcが発生し、これにより、振動構体4には、ねじりモーメントM<sub>L</sub>が発生して、その振動構体4は、Z軸の周りで、基台7に対してねじれ振動する。

従って、ここでは、ねじりモーメントM<sub>L</sub>によってそれぞれの支持部材5, 6に作用するねじり剪断応力を、第9, 10図に示すそれぞれの検知手段5, 16をもって、電圧として抽出することにより角速度 $\omega$ を検出する。

かくして、これらの振動ジャイロによれば、腕部材1, 2の質量のアンバランス、長さのアンバランスなどによって、腕部材1, 2の振動がベース部3の、Y軸方向の不要な振動をもたらし、これにより、第11図に示すような、支持部材5, 6の撓み振動が発生しても、検知手段5, 16は、こ

6

のような横振動に対しては、原理的に感度を有しないことから、角速度 $\omega$ が零であるにもかかわらず、コリオリの力 $D\omega$ を検知しているかの如く、状況の発生、すなわち、オフセットの発生が少なく、腕部材1, 2のアンバランスに対する許容幅を広くとることができ、振動ジャイロの生産効率を有利に向上させることができる。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、これらの振動ジャイロにあっても、駆動用振動子8, 9を、腕部材1, 2のY軸と直交する面に、たとえば接着剤によって接合するに際し、接着剤層の厚さのばらつきその他により、第12図に平面図で例示するように、駆動用振動子8が、腕部材1の、Y軸との直交面に対して角度 $\theta$ をもって接合されると、駆動用振動子8, 9に交流電圧を印加して腕部材1, 2を振動させる場合に、腕部材1に、Y軸方向の振動の他、X軸方向に、図に矢印 $\phi$ で示すような横振動を生じ、これが、支持部材5, 6にねじれ振動として作用することにより、検知手段5, 16に、わずかながら

もオフセットを生じることになる。

なお、このことは、第13図に示すように、駆動用振動子8が、腕部材1、ひいては振動構体4の中心線に対してX軸方向へ、距離 $\delta$ だけ偏った状態で接合された場合も同様であり、このときにもまた、矢印 $\phi$ で示すような横振動を生じ易くなり、振動ジャイロの性能低下が余儀なくされる。

それ故に、このようなオフセットを低減させるべく、検知手段5, 16からの出力を同期検波、整流して直流化し、残留する直流分を別に設けた基準電圧と加減算して零にする方法が一般に採用されている。

しかしながら、検知手段5, 16の感度は、環境温度の変化につれて敏感に変化し、それによってオフセット量もまた変化することから、本来的には横振動そのものを低減させることが好ましく、かかる目的の下で、たとえば、特開昭62-19713号公報に開示されているように、各腕部材の外側面に、その振動方向と直交する方向(X軸方向)に相互に離隔させて二個の駆動用振動子を取付け、

7

各振動子の駆動電圧を調整する振動ジャイロが提案されている。

ところで、この提案技術によれば、二個の駆動用振動子のそれぞれを、所定の離隔位置に高い精度をもって接合することが必要になるも、現実には、その接合に際し、X軸方向の精度の他、Z軸方向の精度を確保することもまた甚だ困難であり、とくに、Z軸方向の接合精度の低下が、腕部材の横振動を拡大するという問題があった。

この発明は、従来技術のかかる問題を有利に解決するものであり、腕部材の横振動を有効に防止して、環境温度が変化してもなお、オフセット出力を効果的に低減することができる高性能の振動ジャイロを提供するものである。

(課題を解決するための手段)

この発明の振動ジャイロは、とくに、二本の腕部材と、これらの腕部材の各一端部を相互連結するベース部とからなる振動構体において、両腕部材の、Y軸と直交する外側面の接合されるそれぞれの駆動用振動子を、一の圧電材料の、Y軸と直

8

交するそれぞれの面に電極を設けるとともに、それらの電極の少なくとも一方をX軸方向に、二もしくは三分割することによって構成し、かつ、それらの分割電極への印加電圧を調整自在としたものである。

(作用)

この発明の振動ジャイロによれば、振動構体の各腕部材に、単一の駆動用振動子を接合するだけで足りるので、前記提案技術におけるような、駆動用振動子のZ軸方向の接合誤差を有効に取り除くことができ、それ故に、横振動の拡大のおそれが十分に除去されることになる。

また、腕部材への横振動の発生は、単一の駆動用振動子の分割電極に印加する交流電圧を調整することによって有利に低減され、この結果として、オフセット出力もまた十分に低減されることになる。

かくして、この振動ジャイロによれば、環境温度に影響されることなく、しかも、駆動用振動子の比較的容易な接合作業をもって、コリオリの力

9

10

を、常に高い精度で検知することができる。

〔実施例〕

以下にこの発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第1図はこの発明の要部をなす駆動用振動子を例示する斜視図であり、この駆動用振動子は、第9図および第10図に示す振動ジャイロに適用することができる。

それぞれの腕部材に接合可能なこの例の駆動用振動子28は、たとえば、直六面体形状をなす一の圧電材料29の、Y軸と直交するそれぞれの面に、それらの面の全体にわたって電極30、31をそれぞれ設けたところにおいて、一方の電極、ここでは電極31を、その幅方向の中央部でZ軸方向へ切断して、X軸方向へ分離された2枚の分割電極31A、31Bとすることによって構成することができ、ここで、それらの分割電極31A、31Bは、電極31から圧電材料29に至るZ軸方向の条溝29Aを、精密切断機その他によって設けることにより、形成することができる。

なお、分割電極31A、31Bは、電極31を予め設けることなしに、電極材料の印刷、フォトリソグラフィなどによって直接的にも形成し得ることは勿論である。

このように構成してなる駆動用振動子28は、第9図および第10図に示すそれぞれの駆動用振動子8、9に代えて適用することができ、その適用状態を平面図で示すと第2図のようになる。

かかる適用状態下では、それぞれの駆動用振動子28の、分割されていない一方の電極30をとともに接地させる一方、各分割電極31A、31Bを、それぞれの可変抵抗器32A、32B、32C、32Dを介して発振器33に接続し、そして、それぞれの分割電極31A、31Bに印加される。発振器33からの交流電圧を、角速度 $\omega$ が零のときの、検知手段5、16からのオフセット出力が最低となるように可変抵抗器32A、32B、32C、32Dをそれぞれ調整する。

従ってここでは、少なくとも一方の駆動用振動子28が、たとえば第12図に示すように、腕部材の、Y軸との直交面に対して傾いて接合されている場

1 1

合、および第13図に示すように、振動構体4の中心線に対して一方側へ偏って接合されている場合のいずれにおいても、腕部材の横振動を十分に低減して、コリオリの力の検知精度を大きく向上させることができる。

第3図は、駆動用振動子の他の実施例を示す斜視図であり、これは、単一の圧電材料29に、前述した実施例と同様にして電極30、31をそれぞれ設けたところにおいて、一方の電極31を、三枚の分割電極31A、31B、31Cに、ここではX軸方向に均等に区分したものである。

このような駆動用振動子28は、第4図に示すように適用することができ、ここでは、駆動用振動子28の、それぞれの腕部材1、2への接合下で、第2図について述べたように、それらの、分割されていない一方の電極30を相互に接地させるとともに、各分割電極31A、31Bを、可変抵抗器32A、32B、32C、32Dを介して発振器33に接地し、各分割電極31A、31Bへの供給電圧を、検知手段5、16のオフセット出力が最低となるように可変抵抗

1 3

1 2

器32A、32B、32C、32Dによって調整する一方、各分割電極31Cを発振器33に接続することにより、腕部材1、2の、Y軸方向の振動を、電圧として抽出して発振器33へフィードバックすることで、振動振幅その他の制御を可能ならしめる。

第5図は、この発明のさらに他の実施例を示す斜視図であり、これは、バイモルフ形の振動子を、駆動用振動子として機能させるのみならず、腕部材および振動状態抽出手段としても機能させるものである。

ここでは、金属板その他の弾性材料からなる薄板34の、Y軸と直交する一方の面に、第1図で述べたと同様の構成の駆動用振動子28、すなわち、圧電材料29の、Y軸と直交する一方の面には電極30を、また他方の面には電極31をそれぞれ設け、そして、その電極31を、X軸方向に分離された二枚の分割電極31A、31Bとしてなる駆動用振動子28を接合し、さらに、その薄板34の、Y軸と直交する他方の面に、圧電材料35の、Y軸と直交するそれぞれの面に電極36、37を設けてなる抽出用素

1 4

子38を接合することによってバイモルフ形振動子39を構成する。

このようなバイモルフ形振動子39は、第6図に平面図で示すように、それを前述した腕部材1, 2に代えて適用して、そのバイモルフ形振動子39の二本を、ベース部3によって一体的に連結することにより、駆動用振動子28および抽出用素子38を具える振動構体4を構成する。

ここで、それぞれの駆動用振動子28の、分割しない一方の電極30を接地させる一方、各分割電極31A, 31Bを、可変抵抗32A, 32B, 32C, 32Dを介して発振器33に接続し、また、抽出用素子38の一方の電極36を接地させ、他の電極37を発振器33に接続することにより、第4図に示すものと同様に機能させることができ、とくには検知手段5, 16のオフセット出力が最低となるようにそれぞれの可変抵抗32A, 32B, 32C, 32Dを作用させた状態の下で、それぞれのバイモルフ形振動子39の、Y軸方向への振動を、抽出用素子38によって発振器33へフィードバックすることにより、バイモルフ形

振動子39の振動振幅その他を制御することができる。

かくして、これらの実施例によれば、振動構体4の支持部に設けた検知手段5, 16のオフセット出力を極めて有効に低減させることができ、精度の高い高性能振動ジャイロをもたらすことができる。

以上この発明を図示例に基づいて説明したが、この発明は、他の構造の振動ジャイロ、たとえば第8図に示すような従来構造の振動ジャイロ、または、第9, 10図に示す振動構体4を倒立させた構造の振動ジャイロにも適用することができる他、第7図に示すように、前述したバイモルフ形振動子39の二本を、ベース部3の、Y軸と直交するそれぞれの面に、Z軸方向へ突出させて固定し、そして、各バイモルフ形振動子39の自由端に、X軸方向へ撓み振動する、コリオリの力の検知手段40を設けた構造の振動ジャイロにもまた適用することができる。

1 5

#### (発明の効果)

以上に述べたところから明らかなように、この発明によれば、各腕部材に、単一の駆動用振動子を接合することにより、一の腕部材に複数の駆動用振動子を接合する場合のような、振動子相互の位置精度の低下を生じることがなく、それ故に、腕部材の横振動を拡大するおそれなしに、駆動用振動子を、容易に、かつ能率的に、腕部材に取付けることができる。

しかも、駆動用振動子の分割電極に印加する電圧を適宜に調整することにより、検知手段のオフセット出力を、環境温度に影響されことなく極めて有効に低減して、検知精度の高い高性能の振動ジャイロをもたらすことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の要部をなす駆動用振動子を例示する斜視図、

第2図は、第1図に示す駆動用振動子の適用例を、電気回路とともに示す平面図、

第3図は、駆動用振動子の他の例を示す斜視図、

1 6

第4図は、第2図と同様の適用例を示す平面図、  
第5図は、駆動用振動子を具えるバイモルフ形振動子を示す斜視図、

第6図は、これも第2図と同様の適用例を示す平面図、

第7図は、この発明を適用できる他の構造の振動ジャイロを例示する斜視図、

第8図は、従来の振動ジャイロを例示する斜視図、

第9, 10図はそれぞれ、出願人の先の提案に係る、この発明を適用可能な振動ジャイロを示す斜視図、

第11図は、両腕部材のアンバランスの影響を示す正面図、

第12, 13図はそれぞれ、腕部材の横振動の発生原因を例示する平面図である。

1, 2…腕部材、 3…ベース部、

4…振動構体、 5, 16…検知手段、

28…駆動用振動子、 29…圧電材料、

30, 31…電極、 31A, 31B, 31C…分割電極、

1 7

1 8

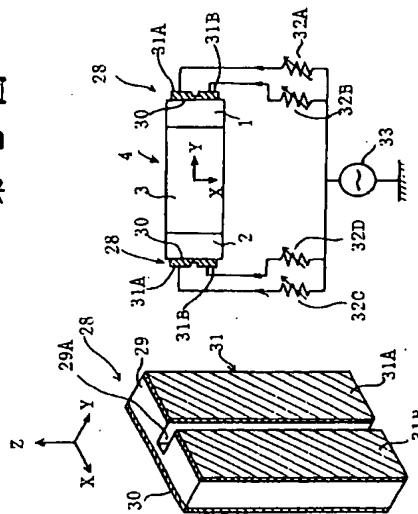


32A, 32B, 32C, 32D…可変抵抗、  
 33…発振器、 34…基板、 35…圧電材料、  
 36, 37…電極、 38…抽出用素子、  
 39…バイモルフ形振動子、  
 40…検知手段

特許出願人 赤井電機株式会社  
 代理人 弁理士 小川 順三  
 同 弁理士 中村 盛夫

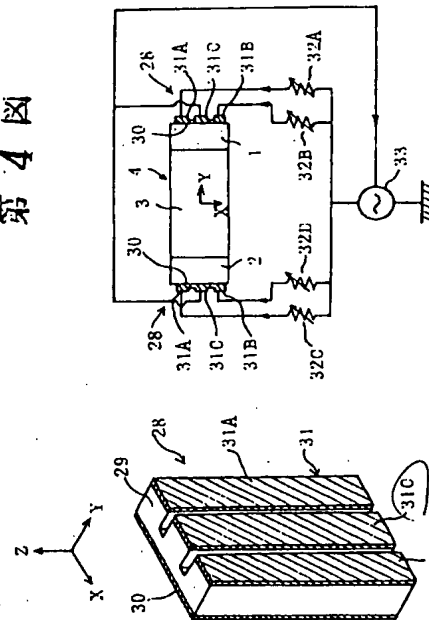
19

第1図 第2図



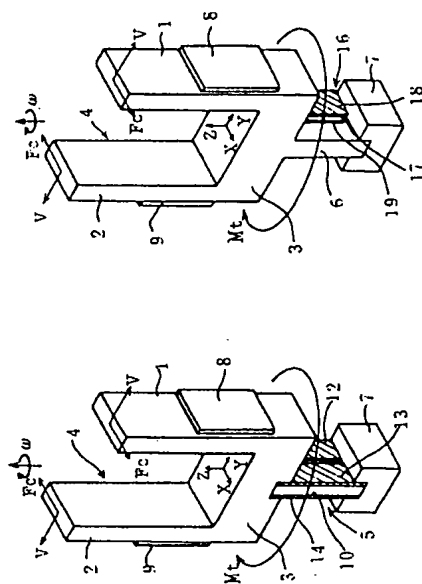
第4図

第3図

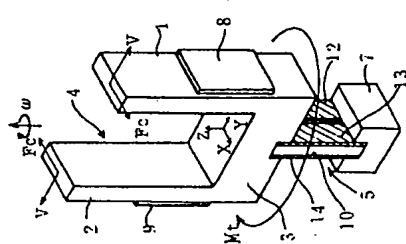


圧力検出用

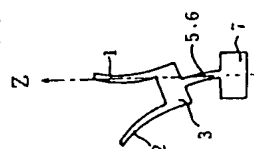
第9図



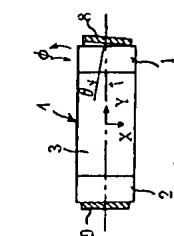
第10図



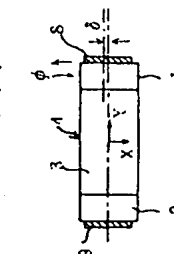
第11図



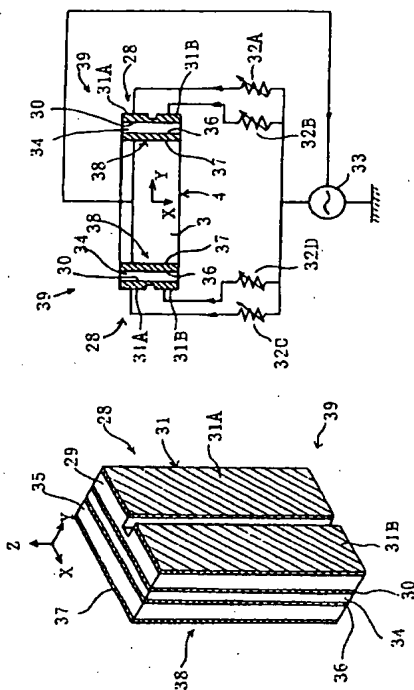
第12図



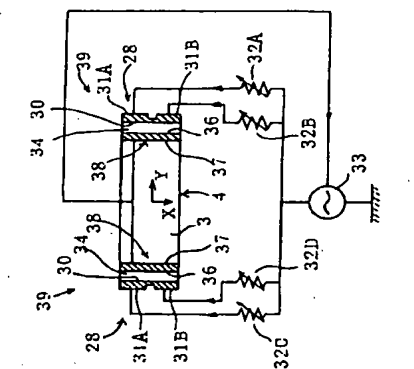
第13図



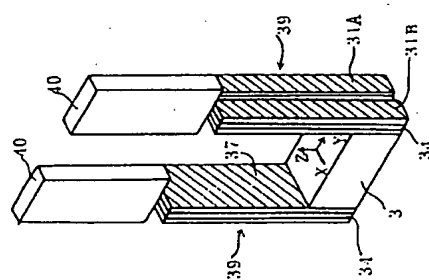
第5図



第6図



第7図



第8図

